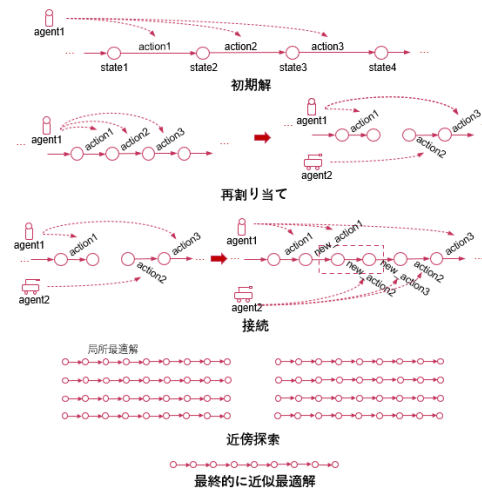


段階的な大規模マルチエージェントタスク計画の近傍探索を使用した計画方法

マルチエージェントタスクプランニングは、システム全体のパフォーマンスを最大化することにより、複数のエージェントを用いて目標を達成する解を得ることを目的としています。これは、ロボティクス、交通、物流、製造など、さまざまな分野に共通する基本的な問題です。ドメイン記述においては、世界を真または偽で表現可能な述語を用いて記述できるため、STRIPS スタイルの言語 [1] がよく使用されます。この言語は、状態や行動を追加することで非常に複雑な問題にもスケーラブルに対応できますが、解の探索空間は述語の数に対して指数的に増加します。このようなプランニング問題は PSPACE 完全であり、NP 完全問題よりも解くのが困難です [2]。本研究では、Planning Domain Definition Language (PDDL) で記述された大規模な STRIPS スタイルの問題において、現実的な時間内にマルチエージェントタスクプランニング問題を解決するための段階的手法を提案します。既存のプランナー [3] は、少数のエージェントを含む問題に対しては迅速に解を求めることができますが、大規模な問題を効率的に扱うことはいまだに課題です。我々の手法 [4] は、まず最小限のエージェント数で与えられた目標を達成し、その後、行動の順序変更および一部再割り当てを通じて解を段階的に洗練させていきます。局所的な洗練処理の中で、行動の順序変更や再割り当ては、隣接する行動間の論理的な接続を壊す可能性があります。そのため、我々の手法では、プランングラフを用いた最適な接続を探索することにより、それらの接続を再構築します。隣接する行動を接続して新たな解を得るための時間計算量は、解の長さに対して線形に relationship するため、全体の計算複雑度を多項式レベルに抑えることができます。最適解の追求は現実的ではないため、スケーラブルかつ迅速に動作するアルゴリズムの設計に重点を置いています。洗練プロセスには近傍探索手法を採用し、再割り当てや順序変更によって得られる解を「近傍」とみなして探索を行います。さらに、ローカル最適解からの脱出を図るためにタブーサーチを適用し、最終的に準最適解を得ることを目指します。さらに我々は、この手法を実際の工場におけるタスク割り当てシナリオに拡張し、人間の疲労を追加の最適化指標として考慮しました [5]。



- [1] Fikes, R. E., & Nilsson, N. J. (1971). STRIPS: A new approach to the application of theorem proving to problem solving. *Artificial intelligence*, 2(3-4), 189-208.
- [2] Bylander, T. (1994). The computational complexity of propositional STRIPS planning. *Artificial Intelligence*, 69(1-2), 165-204.
- [3] Liu, Z., Wei, H., Wang, H., Li, H., & Wang, H. (2021). Integrated task allocation and path coordination for large-scale robot networks with uncertainties. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 19(4), 2750-2761.
- [4] Zeng, F., Shirafuji, S., Fan, C., Nishio, M., & Ota, J. (2024). Stepwise large-scale multi-agent task planning using neighborhood search. *IEEE Robotics and Automation Letters*, 9(1), 111-118.
- [5] Zeng, F., Fan, C., Shirafuji, S., Wang, Y., Nishio, M., & Ota, J. (2025). Task allocation and scheduling to enhance human-robot collaboration in production line by synergizing efficiency and fatigue. *Journal of Manufacturing Systems*, 80, 309-323.